

**PENGARUH UMUR KAYU MANGIUM TERHADAP  
KUALITAS ARANG AKTIF**  
(*The Influence of Mangium Wood Age on  
Activated Charcoal Quality*)

Oleh/ By :  
Gustan Pari

**Summary**

*The characteristic of activated charcoal produced from chemical steam activation of Acacia mangium wood species with several different age level is reported in this paper. The purpose of this investigation was to study the influence of chemical activation and mangium wood age on the activated charcoal yield and its quality.*

*The manufacturing of activated charcoal was conducted in a stainless steel retort with electrical heater at the temperature of 900°C. The material used were charcoal derived from mangium wood of 4, 5, 6 and 7 years old. Activation treatment used  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$  solution of 0.1; 0.25; 0.5 and 0.75 % respectively.*

*The study showed that the best quality of the activated charcoal was produced from 6 years old of mangium wood using the  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$  at a concentration of 0.10 %. The yield of activated charcoal was 37.19 %, moisture content 12.74 %, ash content 2.08 %, volatile matter 14.66 %, fixed carbon 83.28 %. Adsorptive capacity of iodine was 1081.19 mg/g, benzene 29.39 %,  $\text{CHCl}_3$  40.19 %, methylene blue 199.23 mg/g and surface area was 738.0  $\text{m}^2/\text{g}$ .*

**Key words :** Activated charcoal, mangium,  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$ , yield, adsorptive capacity.

**Ringkasan**

Dalam tulisan ini dikemukakan mengenai hasil penelitian pembuatan arang aktif dari kayu Acacia mangium berdasarkan perbedaan umur dengan cara aktivasi uap kimia. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh umur kayu mangium dan konsentrasi bahan pengaktif terhadap hasil dan kualitas arang aktif.

Proses pembuatan arang aktif dilakukan dalam retor baja tahan karat dengan pemanas listrik pada suhu 900°C. Umur kayu mangium yang digunakan sebagai bahan baku adalah 4, 5, 6 dan 7 tahun dan sebagai aktivator digunakan larutan  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$  dengan konsentrasi masing-masing 0,1; 0,25; 0,5; 0,75 %.

Kualitas arang aktif yang terbaik dihasilkan dari arang aktif yang dibuat dari kayu mangium umur 6 tahun dengan konsentrasi  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$  sebesar 0,10 %. Rendemen yang diperoleh sebesar 37,19 %, kadar air 12,74 %, kadar abu 2,08 %, kadar zat mudah menguap 14,66 %, kadar karbon terikat 83,28 %. Daya serap terhadap iodium sebesar 1081,19 mg/g, benzena 29,39 %,  $\text{CHCl}_3$  40,19 %, metilin biru 199,23 mg/g dan luas permukaan sebesar 738,0  $\text{m}^2/\text{g}$ .

Kata kunci : Arang aktif, mangium,  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$ , rendemen, kapasitas daya serap.

**I. PENDAHULUAN**

Kayu mangium (*Acacia mangium*) termasuk ke dalam salah satu jenis kayu hutan tanaman industri yang digunakan terutama untuk memasok kebutuhan bahan baku



industri pulp dan MDF. Dipilihnya kayu mangium ini karena termasuk ke dalam jenis tanaman cepat tumbuh dengan riap rata-rata sebesar 25-30 m<sup>3</sup>/ha/th (Stahl, 1993). Selain itu telah diambil kebijakan bahwa yang dapat digunakan sebagai bahan baku pulp adalah kayu berumur pendek yaitu berkisar antara 8 - 10 tahun (Silitonga, 1993).

Sebelum masa panen pada umur tersebut, ada beberapa kegiatan yang dilakukan di antaranya adalah penjarangan yang menghasilkan kayu pada beberapa tingkat umur dengan kualitas yang beragam, sehingga perlu diketahui atau diteliti kemungkinan penggunaannya. Beberapa penelitian yang telah dilakukan sehubungan dengan hal tersebut di atas di antaranya Ginoga (1997) telah melakukan penelitian mengenai beberapa sifat pengerjaan/pemesinan kayu mangium pada beberapa tingkat umur dan penelitian Purba dan Siagian (1994) mengenai pengaruh umur kayu mangium terhadap sifat pulp kertas.

Dalam penelitian ini akan dicoba pembuatan arang aktif dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh umur kayu mangium dan konsentrasi NH<sub>4</sub>HCO<sub>3</sub> terhadap kualitas arang aktif. Sasarannya untuk memperoleh kondisi optimum dalam pembuatan arang aktif kayu mangium yang memenuhi persyaratan Standar Indonesia dan Jepang.

## II. BAHAN DAN METODE

### A. Bahan

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah kayu mangium (*Acacia mangium*) yang berasal dari daerah Riau dengan umur kayu 4, 5, 6 dan 7 tahun. Bahan kimia yang digunakan di antaranya adalah NH<sub>4</sub>HCO<sub>3</sub> sebagai bahan pengaktif, C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>, CHCl<sub>3</sub>, Iodium, Metilin biru dan Natrium thio sulfat untuk menguji kualitas arang aktif.

### B. Metode

Sebelum dilakukan pembuatan arang aktif, kayu mangium terlebih dahulu di buat serpih dengan ukuran panjang x lebar x tebal 2,5 x 0,5 x 0,2 cm selanjutnya di arangkan dalam retor dengan pemanas listrik pada suhu 500 °C selama 4 jam. Setelah dingin, arang yang dihasilkan diaktifkan pada suhu 850°C dengan bahan pengaktif larutan NH<sub>4</sub>HCO<sub>3</sub> dengan konsentrasi 0,0; 0,1; 0,25; 0,50 dan 0,75 % dari berat arang (b/b). Penetapan rendemen arang aktif dan sifat fisika kimia arang yang meliputi penetapan kadar air, zat mudah menguap, abu, karbon dan daya serap terhadap iodium dilakukan menurut metode Standar Industri Indonesia (Anonim, 1989)

Selain itu ditetapkan juga daya serap arang aktif terhadap uap benzen dan kloroform dengan cara menempatkan arang aktif dalam desikator yang telah dijenuhkan oleh uap tersebut selama 24 jam. Jumlah zat yang terserap ditentukan dengan selisih berat arang aktif sebelum dan sesudah penyerapan. Daya serap terhadap larutan metilin biru ditentukan dengan menambahkan arang aktif ke dalam



larutan metilin biru 1200 ppm selama 70 menit dan ditentukan sisa metilin biru dengan spektrofotometer UV-VIS pada panjang gelombang 664 nm. Luas permukaan arang aktif dihitung menurut rumus:

$$S = \frac{X_m \times N \times A}{M}$$

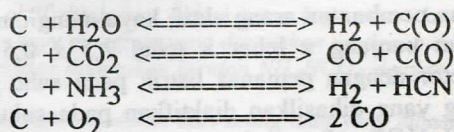
di mana: S = Luas permukaan ( $m^2/g$ )  
 $X_m$  = Banyaknya metilin biru yang terserap (mg/g)  
 N = Bilangan Avogadro  
 M = Berat molekul metilin biru  
 A = Luas penampang metilin biru

Untuk mengetahui pengaruh perlakuan umur kayu mangium dan konsentrasi bahan pengaktif terhadap sifat dan kualitas arang aktif dilakukan perhitungan sidik ragam dengan rancangan acak lengkap faktorial yang dilanjutkan dengan uji beda nyata jujur (Sudjana, 1980). Banyaknya ulangan adalah 2-kali.

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Rendemen Arang Aktif

Data rendemen arang aktif tercantum pada Tabel 1. Rendemen yang dihasilkan berkisar antara 14,41 - 55,26 %. Berdasarkan perhitungan sidik ragam (Tabel 3) ternyata umur kayu mangium, konsentrasi bahan pengaktif dan interaksinya sangat berpengaruh terhadap rendemen arang aktif. Rendemen yang tertinggi terdapat pada kayu mangium yang berumur 5 tahun tanpa bahan pengaktif ( $a_2b_1$ ) dan yang terendah terdapat pada kayu mangium yang berumur 4 tahun dengan konsentrasi bahan pengaktif sebesar 0,75 % ( $a_1b_5$ ). Rendahnya rendemen ini disebabkan terjadinya proses oksidasi lebih lanjut sehingga karbon yang bereaksi dengan  $NH_3$ ,  $CO_2$ ,  $O_2$  dan  $H_2O$  hasil pemecahan senyawa  $NH_4HCO_3$  lebih meningkat karena reaksinya berlangsung secara radikal.



Dari hasil uji beda (Tabel 4) memperlihatkan bahwa tidak semua perlakuan dan interaksinya menyebabkan perbedaan rendemen arang aktif yang nyata. Sebagai contoh adalah arang aktif dari kayu mangium yang berumur 6 tahun pada konsentrasi  $NH_4HCO_3$  0,75 % ( $a_3b_5$ ) sebesar 42,50 % tidak menunjukkan perbedaan yang nyata dengan arang aktif dari kayu mangium yang berumur 7 tahun pada konsentrasi  $NH_4HCO_3$  0,5 % ( $a_4b_4$ ). Contoh lainnya adalah arang aktif dari kayu mangium umur 6 tahun pada konsentrasi 0,1 % ( $a_3b_2$ ) tidak menunjukkan perbedaan rendemen yang nyata dengan arang aktif yang dibuat dari kayu mangium umur 4 tahun pada konsentrasi 0,1 % ( $a_1b_2$ ).

**Tabel 1. Sifat arang aktif**

**Table 1. Activated charcoal properties**

Umur kayu (Wood age), year	[NH <sub>4</sub> HCO <sub>3</sub> ] %	Rendemen (Yield)* %	Kadar (Content), %			
			Air (Moisture)	Abu (Ash)	Zat terbang (Volatile)	Karbon (Carbon)
4	0,0	29,16	13,34	1,70	16,06	82,24
	0,10	35,14	12,14	1,98	6,48	91,57
	0,25	22,42	12,19	3,18	8,28	88,54
	0,50	22,50	13,27	2,87	10,51	86,62
	0,75	14,41	13,06	2,48	11,99	85,53
5	0,0	55,26	13,16	2,18	17,24	80,58
	0,10	45,45	12,07	2,36	10,44	86,54
	0,25	43,77	11,88	2,44	11,63	85,93
	0,50	48,56	12,42	3,84	14,79	81,37
	0,75	31,08	12,18	3,17	12,29	84,54
6	0,0	39,20	13,69	1,38	16,70	81,92
	0,10	37,19	12,74	2,08	14,66	83,26
	0,25	46,20	13,51	2,06	14,65	83,29
	0,50	31,66	13,57	2,05	15,31	80,64
	0,75	42,50	13,60	2,79	9,07	88,14
7	0,0	40,41	14,45	2,37	17,57	80,06
	0,10	21,67	13,23	2,77	10,25	86,98
	0,25	27,38	12,14	3,87	11,67	84,44
	0,50	40,57	11,03	2,85	11,19	85,96
	0,75	37,62	11,12	2,48	10,18	87,34

Keterangan (Remark): Didasarkan atas bahan arang (Based on charcoal material).

Apabila hasil ini dibandingkan dengan hasil penelitian Pari (1996) maka hasilnya tidak jauh berbeda yaitu sebesar 17,75 - 79,90 %.

### B. Kadar Air Arang Aktif

Berdasarkan Tabel 1 terlihat bahwa kadar air arang aktif yang dihasilkan berkisar antara 11,03 - 14,45 %. Secara keseluruhan angka ini memenuhi persyaratan arang aktif menurut Standar Indonesia (Anonim, 1989) karena kadar airnya tidak lebih dari 15 % kadar minimum yang diperbolehkan. Berdasarkan perhitungan sidik ragam (Tabel 3) ternyata umur kayu mangium dan konsentrasi bahan pengaktif berpengaruh terhadap kadar air arang aktif yang dihasilkan. Kadar air terendah terdapat pada arang aktif kayu mangium yang berumur 7 tahun pada konsentrasi 0,50 % (a<sub>4</sub>b<sub>3</sub>) dan yang tertinggi terdapat pada kayu mangium umur 7 tahun pada konsentrasi 0,00 % (a<sub>4</sub>b<sub>1</sub>). Tingginya kadar air ini disebabkan selain karena arang aktif bersifat higroskopis sehingga terjadi peningkatan kadar air juga disebabkan terjadinya pengikatan molekul air di antara kisi-kisi kristalit atom karbon yang berbentuk heksagonal. Selain itu dengan adanya bahan pengaktif amonium bikarbonat ternyata dapat memperkecil kadar air, hal ini mungkin disebabkan oleh adanya NH<sub>3</sub> hasil dekomposisi amonium bikarbonat yang dapat menarik molekul air yang menempel pada permukaan arang aktif.



Dari hasil uji beda (Tabel 4) memperlihatkan bahwa tidak semua perlakuan umur kayu dan konsentrasi bahan pengaktif menyebabkan perbedaan kadar air yang nyata, di antaranya adalah kadar air arang aktif dari kayu mangium yang berumur 4 tahun ( $a_1$ ) tidak menunjukkan perbedaan yang nyata dengan arang aktif yang dibuat dari kayu mangium umur 5 ( $a_2$ ) dan 7 tahun ( $a_4$ ). Begitu juga dengan konsentrasi bahan pengaktif di mana kadar air yang dihasilkan pada konsentrasi 0,5 % ( $b_4$ ) tidak menyebabkan perbedaan yang nyata dengan kadar air yang dihasilkan pada konsentrasi 0,1 % ( $b_2$ ) dan 0,75 % ( $b_5$ ).

Apabila hasil ini dibandingkan dengan hasil penelitian Pari *et al* (1996) maka hasil kadar airnya jauh berbeda yaitu sebesar 9,15 - 17,48 %. Hal ini dikarenakan perbedaan bahan baku dan suhu aktivasi yang digunakan, dimana serbuk gergajian kayu sengonnya dimampatkan terlebih dahulu dan suhu aktivasinya 700 - 900°C.

### C. Kadar Abu Arang Aktif

Kadar abu arang aktif berkisar antara 1,38 - 3,87 %. (Tabel 1). Dari angka ini semua kadar abu yang dihasilkan memenuhi persyaratan Standar Indonesia (Anonim, 1989) karena kadar abunya kurang dari 10 %. Berdasarkan hasil uji sidik ragam (Tabel 3) ternyata umur kayu mangium dan konsentrasi berpengaruh terhadap kadar abu arang aktif yang dihasilkan. Kadar abu terendah terdapat pada arang aktif yang dibuat dari kayu mangium umur 6 tahun ( $a_3$ ) dan konsentrasi 0,0 % ( $b_1$ ) dan yang tertinggi terdapat pada kayu mangium umur 7 tahun ( $a_4$ ) dan konsentrasi 0,50 % ( $b_4$ ). Tingginya kadar abu ini mungkin disebabkan umur kayu yang lebih tua, di mana kandungan mineralnya seperti kalium, kalsium, magnesium, natrium lebih banyak dibandingkan dengan umur kayu yang lebih muda.

Dari data juga terlihat adanya kenaikan kadar abu dengan meningkatnya umur kayu. Apabila hasil ini dibandingkan dengan hasil penelitian Hendra dan Pari (1995) yang membuat arang aktif dari kayu mangium dengan cara "Fluidized bed" maka hasilnya tidak jauh berbeda yaitu sebesar 2,46- 2,78 %. Hasil uji beda (Tabel 4) memperlihatkan bahwa tidak semua umur kayu dan konsentrasi menyebabkan perbedaan kadar abu yang nyata, di antaranya adalah kadar abu yang dihasilkan kayu umur 7 tahun ( $a_4$ ) tidak menyebabkan perbedaan yang nyata dengan arang aktif dari kayu mangium umur 5 tahun ( $a_2$ ). Kadar abu yang dihasilkan pada konsentrasi 0,5 % ( $b_4$ ) tidak menyebabkan perbedaan yang nyata dengan arang aktif yang dibuat pada konsentrasi 0,25 % ( $b_3$ ).

### D. Kadar Zat Terbang Arang Aktif

Kadar zat terbang arang aktif berkisar antara 6,84 - 16,70 % (Tabel 1). Dari angka ini, kadar zat terbang yang dihasilkan semuanya memenuhi persyaratan Standar Indonesia (Anonim, 1989) karena kadarnya tidak lebih dari 25 %. Berdasarkan perhitungan sidik ragam (Tabel 3) ternyata umur kayu mangium, konsentrasi bahan pengaktif dan interaksinya sangat berpengaruh terhadap kadar zat terbang. Kadar zat terbang terendah terdapat pada arang aktif yang dibuat dari kayu mangium umur 4 tahun pada konsentrasi 0,1 % ( $a_1b_2$ ) dan yang tertinggi pada arang aktif kayu mangium umur 7 tahun tanpa bahan pengaktif ( $a_4b_1$ ).



Berdasarkan tabel tersebut juga terlihat adanya kenaikan kadar zat terbang dengan bertambahnya umur kayu. Tingginya kadar zat terbang ini disebabkan karena tidak sempurnanya penguraian senyawa non karbon seperti CO, CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> sehingga masih menempel pada permukaan kisi-kisi kristalit heksagonal arang aktif. Apabila dibandingkan dengan hasil penelitian Hendra dan Pari (1995) maka hasilnya masih lebih tinggi yaitu sebesar 7,44 - 9,75 %. Hal ini disebabkan oleh perbedaan tekanan uap panas yang diberikan lebih rendah yaitu sebesar 4 kg/jam.

Berdasarkan hasil uji beda (Tabel 4) ternyata tidak semua perlakuan dan interaksinya menyebabkan perbedaan yang nyata terhadap kadar zat terbang yang dihasilkan, di antaranya adalah arang aktif yang dibuat dari kayu mangium umur 6 tahun pada konsentrasi 0,75 % (a<sub>4</sub>b<sub>5</sub>) tidak menyebabkan perbedaan kadar zat terbang yang nyata dengan arang aktif yang dibuat dari kayu mangium umur 5 tahun pada konsentrasi 0,25 % (a<sub>2</sub>b<sub>3</sub>).

### ***E. Kadar Karbon Arang Aktif***

Kadar karbon arang aktif berkisar antara 80,06 - 91,57 %. (Tabel 1). Berdasarkan angka ini ternyata semua kadar karbon yang dihasilkan memenuhi persyaratan Standar Indonesia (Anonim, 1989) karena kadarnya lebih dari 65 %. Berdasarkan hasil perhitungan sidik ragam (Tabel 3) ternyata yang mempengaruhi kadar karbon adalah umur kayu mangium dan konsentrasi bahan pengaktif. Kadar karbon terendah terdapat pada arang aktif yang dibuat dari kayu mangium umur 5 tahun (a<sub>2</sub>) dan tanpa bahan pengaktif (b<sub>1</sub>) dan yang tertinggi terdapat pada kayu mangium umur 4 tahun (a<sub>1</sub>) dan konsentrasi 0,75 % (b<sub>5</sub>). Rendahnya kadar karbon ini disebabkan oleh besarnya kadar abu yang dihasilkan pada kayu mangium umur 7 tahun. Apabila hasil ini dibandingkan dengan arang aktif yang dibuat dengan cara oksidasi gas pada suhu 900°C (Pari, 1996) maka hasilnya tidak jauh berbeda yaitu sebesar 90,90 %.

Hasil uji beda (Tabel 4) menunjukkan bahwa tidak semua umur kayu dan konsentrasi bahan pengaktif menyebabkan perbedaan kadar karbon yang nyata, di antaranya adalah arang aktif yang dibuat dari kayu mangium umur 7 tahun (a<sub>4</sub>) kadar karbonnya tidak berbeda dengan arang aktif yang dibuat dari kayu mangium umur 5 tahun (a<sub>2</sub>).

### ***F. Daya Serap Terhadap Iodium***

Daya serap arang aktif terhadap iodium berkisar antara 910,67 - 1134,56 mg/g (Tabel 2). Berdasarkan angka ini maka semua daya serap yang dihasilkan memenuhi persyaratan Standar Indonesia (Anonim, 1989) karena daya serapnya lebih dari 750 mg/g dan hanya sebagian perlakuan yang memenuhi Standar Jepang (Anonim, 1967) karena daya serap terhadap iodiumnya lebih dari 1050 mg/g. Yang memenuhi syarat tersebut adalah arang aktif yang dibuat dari kayu mangium umur 5 tahun dengan konsentrasi NH<sub>4</sub>HCO<sub>3</sub> 0,0; 0,25; 0,50; 0,75 % dan kayu mangium umur 6 tahun dengan konsentrasi NH<sub>4</sub>HCO<sub>3</sub> 0,10 % serta kayu mangium umur 7 tahun dengan konsentrasi NH<sub>4</sub>HCO<sub>3</sub> 0,0; 0,50 dan 0,75 %.



**Tabel 2. Kualitas daya serap arang aktif**  
**Table 2. Adsorptive capacity quality of activated charcoal**

Umur kayu (Wood age), year	[NH <sub>4</sub> HCO <sub>3</sub> ] %	Daya serap (Adsorptive capacity)				Luas permukaan (Surface area), m <sup>2</sup> /g
		Iod mg/g	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> %	CHCl <sub>3</sub> %	MB mg/g	
4	0,0	1002,96	33,31	30,09	119,85	444,40
	0,10	929,60	20,95	31,72	119,53	443,21
	0,25	933,80	20,57	31,52	119,56	443,32
	0,50	910,67	20,74	25,21	136,92	507,87
	0,75	962,10	19,67	29,60	118,53	439,51
5	0,0	1134,56	21,49	45,02	105,00	389,33
	0,10	1021,35	23,78	37,48	112,25	416,21
	0,25	1086,99	27,20	40,22	136,10	504,66
	0,50	1094,97	29,43	49,03	182,84	677,96
	0,75	1110,75	30,75	45,38	198,50	736,03
6	0,0	1015,29	22,60	36,70	192,57	714,04
	0,10	1081,19	29,39	40,19	199,23	738,74
	0,25	1034,08	27,18	39,13	197,29	731,54
	0,50	1105,22	27,46	39,97	196,64	729,13
	0,75	1045,70	26,03	31,99	119,69	443,81
7	0,0	1106,70	21,61	47,80	192,00	711,93
	0,10	1167,70	35,78	45,86	118,95	441,06
	0,25	1134,60	30,64	44,98	119,32	442,43
	0,50	1107,40	29,45	43,43	119,82	444,29
	0,75	1100,90	27,98	30,62	119,49	443,06

Keterangan (Remark): MB = Metilin biru (Methylene blue)

Berdasarkan hasil uji sidik ragam (Tabel 3) ternyata semua perlakuan dan interaksinya sangat berpengaruh terhadap daya serap arangaktif terhadap iodium. Daya serap tertinggi terdapat pada arang aktif yang dibuat dari kayu mangium umur 7 tahun dengan konsentrasi NH<sub>4</sub>HCO<sub>3</sub> 0,10 % (a<sub>4</sub>b<sub>2</sub>) dan yang terendah terdapat pada arang aktif yang dibuat dari kayu mangium umur 4 tahun dengan konsentrasi NH<sub>4</sub>HCO<sub>3</sub> 0,50 % (a<sub>1</sub>b<sub>4</sub>). Rendahnya daya serap ini disebabkan oleh umur kayu yang relatif masih muda, di mana dinding sel, selulosa dan lignin masih belum stabil sehingga pada waktu proses karbonisasi dan aktivasi mekanisme pembentukan pori antara atom karbon di antara kisi-kisi kristalit heksagonal tidak sempurna, dengan kecenderungan makin besar umur kayu mangium daya serapnya makin besar. Selain itu, disebabkan juga oleh terbentuknya gugus C(CO) akibat tidak sempurnanya reaksi antara atom C dengan gas CO hasil dekomposisi larutan NH<sub>4</sub>HCO<sub>3</sub>.

Apabila hasil ini dibandingkan dengan arang aktif yang dibuat dari serbuk gergajian kayu sengon dengan bahan pengaktif dan suhu aktivasi yang sama (Pari *et al*, 1996) maka hasilnya tidak jauh berbeda yaitu 751,2 - 1154,4 mg/g.

Berdasarkan hasil uji beda (Tabel 4) terlihat bahwa tidak semua perlakuan dan interaksinya menyebabkan perbedaan yang nyata terhadap daya serap arang aktif terhadap iodium, di antaranya adalah arang aktif yang dibuat dari kayu mangium

**Tabel 3. Ringkasan sidik ragam sifat arang aktif**

**Table 3. Summarized analysis of variance of activated charcoal properties**

No	Sifat (Properties)	Perlakuan (Treatment)	Kuadrat tengah (Mean square)	F-hitung (F-calculated)
1.	Rendemen (Yield), %	A	739,41	1430,19**
		B	96,31	186,29**
		AB	129,70	227,14**
2.	Kadar air (Moisture content), %	A	2,75	4,43*
		B	2,41	3,87*
		AB	1,06	1,71
3.	Kadar abu (Ash content), %	A	1,34	3,51*
		B	1,49	3,93*
		AB	0,55	1,45
4.	Kadar zat terbang (Volatile matter), %	A	21,78	41,69**
		B	54,37	104,08**
		AB	7,86	15,04**
5.	Kadar karbon (Carbon content), %	A	33,28	6,03*
		B	36,13	6,54**
		AB	10,76	1,95
6.	Daya serap iodium (Adsorptive capacity of iodine), mg/g	A	57927,9	1190,38**
		B	379,41	7,79**
		AB	3338,2	68,59**
7.	Daya serap benzena (Adsorptive capacity of benzene), %	A	61,59	274,20**
		B	8,08	35,99**
		AB	50,94	226,71**
8.	Daya serap $\text{CHCl}_3$ (Adsorptive capacity of $\text{CHCl}_3$ ), %	A	399,78	1062,27**
		B	39,46	104,85**
		AB	44,43	118,05**
9.	Luas permukaan (Surface area), $\text{m}^2/\text{g}$	A	87624,2	1435,70**
		B	9322,7	152,75**
		AB	34668,2	558,20**
10.	Daya serap metilin biru (Adsorptive capacity of methylene blue), mg/g	A	6372,61	1427,96**
		B	680,43	152,46**
		AB	277,95	555,25**

Keterangan (Remarks):  
 A = Umur kayu mangium (Mangium wood age)  
 B = Konsentrasi  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$  ( $\text{NH}_4\text{HCO}_3$  concentration)  
 AB = Interaksi (Interaction)  
 \* = Nyata (Significant)  
 \*\* = Sangat nyata (Highly significant)

umur 5 tahun dengan konsentrasi  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$  0,25 % ( $a_2b_3$ ) tidak menyebabkan perbedaan yang berarti dengan arang aktif dari kayu mangium umur 6 tahun dengan konsentrasi  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$  0,10 % ( $a_3b_2$ ).

### G. Daya Serap Terhadap Benzena

Daya serap terhadap benzena berkisar antara 19,67 - 35,78 % (Tabel 2). Berdasarkan angka ini maka yang memenuhi persyaratan Standar Indonesia (Anonim, 1989) adalah arang aktif yang dibuat dari kayu mangium umur 5 tahun dengan konsentrasi  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$  0,25; 0,50; 0,75 %, kayu mangium umur 6 dan 7



tahun dengan konsentrasi  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$  0,1; 0,25; 0,50; 0,75 % serta kayu mangium umur 4 tahun tanpa bahan pengaktif karena daya serap terhadap benzenanya lebih dari 25 % dan yang memenuhi Standar Jepang hanya satu perlakuan yaitu arang aktif yang dibuat dari kayu mangium umur 7 tahun dengan konsentrasi  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$  0,10 % ( $a_4b_2$ ).

Berdasarkan hasil uji sidik ragam (Tabel 3) ternyata semua perlakuan dan interaksinya sangat berpengaruh terhadap daya serap arang aktif terhadap benzena. Daya serap yang terendah terdapat pada arang aktif yang dibuat dari kayu mangium umur 4 tahun dengan konsentrasi  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$  0,75 % ( $a_1b_5$ ) dan yang tertinggi terdapat pada arang aktif yang dibuat dari kayu mangium umur 7 tahun dengan konsentrasi  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$  0,10 % ( $a_4b_2$ ). Dari data tersebut juga terlihat makin besar umur kayu, daya serapnya makin tinggi. Rendahnya daya serap ini disebabkan oleh umur kayu yang relatif muda di mana lebih banyak kayu gubal dibanding kayu teras. Selain itu besarnya konsentrasi  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$  juga dapat menutupi pori-pori arang aktif yang sudah terbentuk oleh gugus  $\text{NH}_3$  hasil dekomposisi larutan  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$  yang menempel pada permukaan arang aktif sehingga permukaannya lebih bersifat polar.

Apabila hasil ini dibandingkan dengan hasil penelitian Hendra dan Pari (1995) maka hasilnya masih lebih tinggi yaitu sebesar 18,56 %, tetapi bila dibandingkan dengan hasil penelitian Pari et al (1996) maka hasilnya tidak jauh berbeda yaitu sebesar 29,6 - 33,46 %.

Berdasarkan hasil uji beda (Tabel 4) terlihat bahwa tidak semua perlakuan dan interaksinya menyebabkan perbedaan yang nyata terhadap daya serap arang aktif terhadap benzena, di antaranya adalah arang aktif yang dibuat dari kayu mangium umur 5 tahun dengan konsentrasi  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$  0,75 % ( $a_2b_5$ ) tidak menyebabkan perbedaan yang berarti dengan arang aktif yang dibuat dari kayu mangium umur 7 tahun dengan konsentrasi  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$  0,50 % ( $a_4b_3$ ).

### *H. Daya Serap Terhadap $\text{CHCl}_3$*

Daya serap arang aktif terhadap  $\text{CHCl}_3$  berkisar antara 25,21 - 49,03 % (Tabel 2). Berdasarkan angka ini maka yang memenuhi persyaratan Departemen Kesehatan di dalam Sudradjat dan So-leh (1994) adalah arang aktif yang dibuat dari kayu mangium umur 5 tahun dengan konsentrasi  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$  0,0; 0,25; 0,50; 0,75 % dan kayu mangium umur 6 tahun tanpa bahan pengaktif serta kayu mangium umur 7 tahun dengan konsentrasi  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$  0,0; 0,10; 0,25; dan 0,50 % karena daya serap terhadap  $\text{CHCl}_3$  nya lebih dari 40 %.

Berdasarkan hasil uji sidik ragam (Tabel 3) ternyata semua perlakuan dan interaksinya sangat berpengaruh terhadap daya serap  $\text{CHCl}_3$ . Daya serap yang terendah terdapat pada arang aktif yang dibuat dari kayu mangium umur 4 tahun dengan konsentrasi  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$  0,50 % ( $a_1b_4$ ) dan yang tertinggi terdapat pada kayu mangium umur 5 tahun dengan konsentrasi  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$  0,50 % ( $a_2b_4$ ). Besarnya daya serap ini lebih disebabkan oleh permukaan arang aktif lebih bersifat polar yang diakibatkan dari hasil dekomposisi larutan bahan pengaktif sehingga lebih mudah menyerap/mengikat senyawa yang lebih polar seperti  $\text{CHCl}_3$  dibandingkan dengan benzena yang bersifat non polar. Apabila dibandingkan dengan hasil



**Tabel 4. Hasil uji BNJ sifat arang aktif**  
**Table 4. Test result of HSD of activated charcoal properties**

No	Sifat (Properties)	Perlakuan (Treatment)	Nilai rata-rata yang dibandingkan (Comparison of mean values)			
			1	2	3	4
1.	Rendemen (Yield), %	A	a1 24,72	a4 33,55	a3 39,37	a2 44,82
		B	b5 31,40	b2 34,86	b3 34,94	b4 35,82
						b1 41,03
		AB	a1b5 14,41	a4b2 22,42	a1b4 22,50	a1b1 27,38
			a1b3 29,16	a4b3 29,16	a1b2 31,08	a3b4 31,66
			a1b2 35,14	a3b2 37,19	a4b5 37,62	a3b1 39,30
			a1b2 40,41	a4b5 40,57	a3b2 42,50	a3b1 43,77
			a1b2 45,45	a4b5 46,20	a3b2 48,36	a3b1 55,26
2.	Kadar air (Moisture content), %	A	a2 12,34	a4 12,39	a1 12,80	a3 13,47
		B	b3 12,43	b5 12,49	b2 12,54	b4 12,57
						b1 13,73
3.	Kadar abu (Ash content), %	A	a3 2,02	a1 2,44	a2 2,79	a4 2,86
		B	b1 1,90	b2 2,29	b5 2,73	b3 2,88
						b4 2,98
4.	Kadar zat terbang (Volatile matter), %	A	a1 10,66	a4 12,17	a2 13,27	a3 14,06
		B	b2 10,45	b5 10,88	b3 11,54	b4 12,95
						b1 16,89
		AB	a1b2 6,48	a2b3 8,28	a3b5 10,18	a4b2 10,25
			a1b4 10,44	a4b4 10,51	a1b5 11,19	a2b4 11,63
			a3b2 11,67	a3b3 11,99	a3b4 12,29	a3b5 14,65
			a3b1 14,75	a3b2 15,31	a3b4 16,06	a3b5 16,70
			a3b1 17,24	a3b2 17,57	a3b4 17,82	a3b5 18,07



1	2	3																																																																												
5.	Kadar karbon (Carbon content), %	A  B  A  B  AB																																																																												
		<table><tr><td>a2</td><td>a3</td><td>a4</td><td>a1</td></tr><tr><td>82,79</td><td>83,45</td><td>84,95</td><td>86,90</td></tr></table> <table><tr><td>b1</td><td>b4</td><td>b3</td><td>b2</td><td>b5</td></tr><tr><td>81,20</td><td>83,64</td><td>85,55</td><td>85,83</td><td>86,38</td></tr></table> <table><tr><td>a1</td><td>a3</td><td>a2</td><td>a4</td></tr><tr><td>947,82</td><td>1056,29</td><td>1089,72</td><td>1123,46</td></tr></table> <table><tr><td>b3</td><td>b2</td><td>b4</td><td>b5</td><td>b1</td></tr><tr><td>1047,36</td><td>1049,96</td><td>1054,56</td><td>1054,86</td><td>1064,87</td></tr></table> <table><tr><td>a1b4</td><td>a1b2</td><td>a1b3</td><td>a1b5</td><td>a1b1</td><td>a3b1</td><td>a2b2</td><td>a3b3</td><td>a3b5</td><td>a3b2</td><td>a2b3</td><td>a2b4</td><td>a4b5</td><td>a4b4</td><td>a4b1</td><td>a3b4</td><td>a2b5</td><td>a2b1</td><td>a4b3</td><td>a4b2</td></tr><tr><td>910,6</td><td>929,6</td><td>933,8</td><td>962,1</td><td>1002</td><td>1015</td><td>1021</td><td>1034</td><td>1045</td><td>1081</td><td>1086</td><td>1094</td><td>1100</td><td>1105</td><td>1106</td><td>1107</td><td>1110</td><td>1134</td><td>1134</td><td>1167</td></tr></table>	a2	a3	a4	a1	82,79	83,45	84,95	86,90	b1	b4	b3	b2	b5	81,20	83,64	85,55	85,83	86,38	a1	a3	a2	a4	947,82	1056,29	1089,72	1123,46	b3	b2	b4	b5	b1	1047,36	1049,96	1054,56	1054,86	1064,87	a1b4	a1b2	a1b3	a1b5	a1b1	a3b1	a2b2	a3b3	a3b5	a3b2	a2b3	a2b4	a4b5	a4b4	a4b1	a3b4	a2b5	a2b1	a4b3	a4b2	910,6	929,6	933,8	962,1	1002	1015	1021	1034	1045	1081	1086	1094	1100	1105	1106	1107	1110	1134	1134	1167
a2	a3	a4	a1																																																																											
82,79	83,45	84,95	86,90																																																																											
b1	b4	b3	b2	b5																																																																										
81,20	83,64	85,55	85,83	86,38																																																																										
a1	a3	a2	a4																																																																											
947,82	1056,29	1089,72	1123,46																																																																											
b3	b2	b4	b5	b1																																																																										
1047,36	1049,96	1054,56	1054,86	1064,87																																																																										
a1b4	a1b2	a1b3	a1b5	a1b1	a3b1	a2b2	a3b3	a3b5	a3b2	a2b3	a2b4	a4b5	a4b4	a4b1	a3b4	a2b5	a2b1	a4b3	a4b2																																																											
910,6	929,6	933,8	962,1	1002	1015	1021	1034	1045	1081	1086	1094	1100	1105	1106	1107	1110	1134	1134	1167																																																											
6.	Daya serap iodium (Adsorptive capacity of iodine), mg/g																																																																													
7.	Daya serap benzene (Adsorptive capacity of benzene), %	A  B  AB																																																																												
		<table><tr><td>a1</td><td>a2</td><td>a3</td><td>a4</td></tr><tr><td>23,04</td><td>26,53</td><td>26,54</td><td>29,09</td></tr></table> <table><tr><td>b1</td><td>b5</td><td>b3</td><td>b4</td><td>b2</td></tr><tr><td>24,75</td><td>26,11</td><td>26,39</td><td>26,77</td><td>27,47</td></tr></table> <table><tr><td>a1b5</td><td>a1b3</td><td>a1b4</td><td>a1b2</td><td>a2b1</td><td>a4b1</td><td>a3b1</td><td>a2b2</td><td>a3b5</td><td>a3b3</td><td>a2b3</td><td>a3b4</td><td>a4b5</td><td>a3b2</td><td>a2b4</td><td>a4b4</td><td>a4b3</td><td>a2b5</td><td>a1b1</td><td>a4b2</td></tr><tr><td>19,67</td><td>20,57</td><td>20,79</td><td>20,95</td><td>21,49</td><td>21,61</td><td>22,60</td><td>23,78</td><td>26,03</td><td>27,18</td><td>27,20</td><td>27,46</td><td>27,96</td><td>29,39</td><td>29,43</td><td>29,45</td><td>30,64</td><td>30,75</td><td>33,31</td><td>35,78</td></tr></table>	a1	a2	a3	a4	23,04	26,53	26,54	29,09	b1	b5	b3	b4	b2	24,75	26,11	26,39	26,77	27,47	a1b5	a1b3	a1b4	a1b2	a2b1	a4b1	a3b1	a2b2	a3b5	a3b3	a2b3	a3b4	a4b5	a3b2	a2b4	a4b4	a4b3	a2b5	a1b1	a4b2	19,67	20,57	20,79	20,95	21,49	21,61	22,60	23,78	26,03	27,18	27,20	27,46	27,96	29,39	29,43	29,45	30,64	30,75	33,31	35,78																		
a1	a2	a3	a4																																																																											
23,04	26,53	26,54	29,09																																																																											
b1	b5	b3	b4	b2																																																																										
24,75	26,11	26,39	26,77	27,47																																																																										
a1b5	a1b3	a1b4	a1b2	a2b1	a4b1	a3b1	a2b2	a3b5	a3b3	a2b3	a3b4	a4b5	a3b2	a2b4	a4b4	a4b3	a2b5	a1b1	a4b2																																																											
19,67	20,57	20,79	20,95	21,49	21,61	22,60	23,78	26,03	27,18	27,20	27,46	27,96	29,39	29,43	29,45	30,64	30,75	33,31	35,78																																																											
8.	Daya serap CHCl <sub>3</sub> (Adsorptive capacity of CHCl <sub>3</sub> ), %	A  B  AB																																																																												
		<table><tr><td>a1</td><td>a3</td><td>a4</td><td>a2</td></tr><tr><td>29,62</td><td>37,59</td><td>42,53</td><td>43,42</td></tr></table> <table><tr><td>b5</td><td>b2</td><td>b3</td><td>b4</td><td>b1</td></tr><tr><td>34,39</td><td>38,81</td><td>38,96</td><td>39,41</td><td>39,90</td></tr></table> <table><tr><td>a1b4</td><td>a1b5</td><td>a1b1</td><td>a4b5</td><td>a1b3</td><td>a1b2</td><td>a3b5</td><td>a3b1</td><td>a2b2</td><td>a3b3</td><td>a3b4</td><td>a3b2</td><td>a2b3</td><td>a4b4</td><td>a4b3</td><td>a2b1</td><td>a2b5</td><td>a4b2</td><td>a4b1</td><td>a2b4</td></tr><tr><td>25,21</td><td>29,60</td><td>30,09</td><td>30,62</td><td>31,52</td><td>31,72</td><td>31,94</td><td>36,70</td><td>37,48</td><td>39,13</td><td>39,97</td><td>40,19</td><td>40,22</td><td>43,43</td><td>44,98</td><td>45,02</td><td>45,38</td><td>45,86</td><td>47,80</td><td>49,03</td></tr></table>	a1	a3	a4	a2	29,62	37,59	42,53	43,42	b5	b2	b3	b4	b1	34,39	38,81	38,96	39,41	39,90	a1b4	a1b5	a1b1	a4b5	a1b3	a1b2	a3b5	a3b1	a2b2	a3b3	a3b4	a3b2	a2b3	a4b4	a4b3	a2b1	a2b5	a4b2	a4b1	a2b4	25,21	29,60	30,09	30,62	31,52	31,72	31,94	36,70	37,48	39,13	39,97	40,19	40,22	43,43	44,98	45,02	45,38	45,86	47,80	49,03																		
a1	a3	a4	a2																																																																											
29,62	37,59	42,53	43,42																																																																											
b5	b2	b3	b4	b1																																																																										
34,39	38,81	38,96	39,41	39,90																																																																										
a1b4	a1b5	a1b1	a4b5	a1b3	a1b2	a3b5	a3b1	a2b2	a3b3	a3b4	a3b2	a2b3	a4b4	a4b3	a2b1	a2b5	a4b2	a4b1	a2b4																																																											
25,21	29,60	30,09	30,62	31,52	31,72	31,94	36,70	37,48	39,13	39,97	40,19	40,22	43,43	44,98	45,02	45,38	45,86	47,80	49,03																																																											



1	2	3	4																																																				
9.	Daya serap metilin biru (Adsorptive capacity of methylene blue), mg/g	A  B  AB	<table> <tr> <td>a1</td><td>a4</td><td>a2</td><td>a3</td></tr> <tr> <td>122,89</td><td>133,91</td><td>146,93</td><td>181,08</td></tr> <tr> <td>b2</td><td>b5</td><td>b3</td><td>b1</td></tr> <tr> <td>137,49</td><td>139,05</td><td>143,06</td><td>152,35</td></tr> <tr> <td>b4</td><td></td><td></td><td>159,06</td></tr> <tr> <td>a2b1</td><td>a2b2</td><td>a1b5</td><td>a4b3</td></tr> <tr> <td>105,0</td><td>112,2</td><td>118,5</td><td>118,9</td></tr> <tr> <td>a1b3</td><td>a3b5</td><td>a4b4</td><td>a1b1</td></tr> <tr> <td>119,6</td><td>119,7</td><td>119,8</td><td>119,9</td></tr> <tr> <td>a2b4</td><td>a1b4</td><td>a2b3</td><td>a1b4</td></tr> <tr> <td>136,1</td><td>136,9</td><td>182,8</td><td>192,0</td></tr> <tr> <td>a3b1</td><td>a3b4</td><td>a3b3</td><td>a2b5</td></tr> <tr> <td>197,2</td><td>198,5</td><td>199,2</td><td></td></tr> </table>	a1	a4	a2	a3	122,89	133,91	146,93	181,08	b2	b5	b3	b1	137,49	139,05	143,06	152,35	b4			159,06	a2b1	a2b2	a1b5	a4b3	105,0	112,2	118,5	118,9	a1b3	a3b5	a4b4	a1b1	119,6	119,7	119,8	119,9	a2b4	a1b4	a2b3	a1b4	136,1	136,9	182,8	192,0	a3b1	a3b4	a3b3	a2b5	197,2	198,5	199,2	
a1	a4	a2	a3																																																				
122,89	133,91	146,93	181,08																																																				
b2	b5	b3	b1																																																				
137,49	139,05	143,06	152,35																																																				
b4			159,06																																																				
a2b1	a2b2	a1b5	a4b3																																																				
105,0	112,2	118,5	118,9																																																				
a1b3	a3b5	a4b4	a1b1																																																				
119,6	119,7	119,8	119,9																																																				
a2b4	a1b4	a2b3	a1b4																																																				
136,1	136,9	182,8	192,0																																																				
a3b1	a3b4	a3b3	a2b5																																																				
197,2	198,5	199,2																																																					
10.	Luas permukaan (Surface area), m <sup>2</sup> /g	A  B  AB	<table> <tr> <td>a1</td><td>a4</td><td>a2</td><td>a3</td></tr> <tr> <td>455,66</td><td>496,56</td><td>544,84</td><td>671,46</td></tr> <tr> <td>b2</td><td>b5</td><td>b3</td><td>b1</td></tr> <tr> <td>509,81</td><td>515,60</td><td>530,49</td><td>564,92</td></tr> <tr> <td>b4</td><td></td><td></td><td>589,81</td></tr> <tr> <td>a2b1</td><td>a2b2</td><td>a1b5</td><td>a4b3</td></tr> <tr> <td>389,3</td><td>416,2</td><td>439,5</td><td>441,1</td></tr> <tr> <td>a1b3</td><td>a3b5</td><td>a4b4</td><td>a1b1</td></tr> <tr> <td>443,2</td><td>443,3</td><td>443,8</td><td>444,2</td></tr> <tr> <td>a2b4</td><td>a1b4</td><td>a2b3</td><td>a1b4</td></tr> <tr> <td>504,6</td><td>507,8</td><td>677,9</td><td>711,9</td></tr> <tr> <td>a3b1</td><td>a3b4</td><td>a3b3</td><td>a2b5</td></tr> <tr> <td>731,5</td><td>736,0</td><td>738,7</td><td></td></tr> </table>	a1	a4	a2	a3	455,66	496,56	544,84	671,46	b2	b5	b3	b1	509,81	515,60	530,49	564,92	b4			589,81	a2b1	a2b2	a1b5	a4b3	389,3	416,2	439,5	441,1	a1b3	a3b5	a4b4	a1b1	443,2	443,3	443,8	444,2	a2b4	a1b4	a2b3	a1b4	504,6	507,8	677,9	711,9	a3b1	a3b4	a3b3	a2b5	731,5	736,0	738,7	
a1	a4	a2	a3																																																				
455,66	496,56	544,84	671,46																																																				
b2	b5	b3	b1																																																				
509,81	515,60	530,49	564,92																																																				
b4			589,81																																																				
a2b1	a2b2	a1b5	a4b3																																																				
389,3	416,2	439,5	441,1																																																				
a1b3	a3b5	a4b4	a1b1																																																				
443,2	443,3	443,8	444,2																																																				
a2b4	a1b4	a2b3	a1b4																																																				
504,6	507,8	677,9	711,9																																																				
a3b1	a3b4	a3b3	a2b5																																																				
731,5	736,0	738,7																																																					

Keterangan (Remarks) : A = Umur kayu mangium (Mangium wood age)  
 B = Konsentrasi  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$  ( $\text{NH}_4\text{HCO}_3$  concentration)  
 AB = Interaksi (interaction)  
 — = Tidak nyata (Non-significant)

penelitian Pari *et al* (1996) maka hasilnya tidak jauh berbeda yaitu sebesar 27,73 - 32,22 %.

Berdasarkan hasil uji beda (Tabel 4) ternyata tidak semua perlakuan dan interaksinya berpengaruh terhadap daya serap  $\text{CHCl}_3$ , di antaranya adalah arang aktif yang dibuat dari kayu mangium umur 4 tahun dengan konsentrasi  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$  0,25 % ( $a_1b_3$ ) tidak menyebabkan perbedaan yang berarti terhadap daya serap  $\text{CHCl}_3$  dengan arang aktif yang dibuat dari kayu mangium umur 7 tahun dengan konsentrasi  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$  ( $a_4b_5$ ). Contoh lainnya adalah arang aktif yang dibuat dari kayu mangium umur 5 tahun dengan konsentrasi  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$  0,10 % ( $a_2b_2$ ) daya serap  $\text{CHCl}_3$  nya tidak jauh berbeda dengan arang aktif kayu mangium umur 6 tahun dengan konsentrasi  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$  0,0 % ( $a_3b_1$ ).

### ***I. Daya Serap Terhadap Metilin Biru***

Daya serap arang aktif terhadap larutan metilin biru berkisar antara 105,0 - 199,2 mg/g (Tabel 2). Berdasarkan hasil uji sidik ragam (Tabel 3) ternyata semua perlakuan dan interaksinya sangat berpengaruh terhadap daya serap metilin biru. Daya serap yang terendah terdapat pada arang aktif yang dibuat dari kayu mangium umur 5 tahun tanpa bahan pengaktif ( $a_2b_1$ ) dan yang tertinggi terdapat pada kayu mangium umur 6 tahun dengan konsentrasi  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$  0,105 % ( $a_3b_2$ ). Besarnya daya serap arang aktif terhadap metilin biru ini lebih banyak dipengaruhi oleh adanya bahan pengaktif. Hasil ini sesuai dengan yang telah dilakukan oleh Pari *et al* (1996) yang menyimpulkan bahwa adanya larutan  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$  sebagai bahan pengaktif menghasilkan daya serap arang aktif terhadap metilin biru yang lebih besar dibandingkan dengan arang aktif yang dibuat dengan bahan pengaktif tersebut. Hal ini dikarenakan adanya gugus  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CO}_2$  dan  $\text{O}_2$  hasil dekomposisi  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$  yang dapat memperlebar dan memperdalam pori-pori arang aktif tanpa merusak dinding pori yang sudah terbentuk dan hasilnya masih lebih rendah yaitu sebesar 246,7 - 282,0 mg/g.

Berdasarkan hasil uji beda (Tabel 4) ternyata tidak semua perlakuan dan interaksinya sangat berpengaruh terhadap daya serap metilin biru, di antaranya adalah arang aktif yang dibuat dari kayu mangium umur 7 tahun dengan konsentrasi  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$  0,25 % ( $a_4b_3$ ) tidak menyebabkan perbedaan daya serap metilin biru yang berarti dengan arang aktif yang dibuat dari kayu mangium umur 4 tahun dengan konsentrasi  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$  0,10 % ( $a_1b_2$ ). Contoh lainnya adalah arang aktif yang dibuat dari kayu mangium umur 4 tahun dengan konsentrasi  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$  0,50 % ( $a_1b_4$ ) daya serap terhadap metilin birunya tidak berbeda dengan yang dibuat dari kayu mangium umur 5 tahun dengan konsentrasi  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$  0,25 % ( $a_2b_3$ ).

### ***J. Luas Permukaan Arang Aktif***

Luas permukaan arang aktif berkisar antara 389,33 - 729,13  $\text{m}^2/\text{g}$  (Tabel 2). Berdasarkan sidik ragam (Tabel 3) ternyata semua perlakuan dan interaksinya sangat berpengaruh terhadap luas permukaan arang aktif. Luas permukaan yang terendah terdapat pada arang aktif yang dibuat dari kayu mangium umur 5 tahun tanpa bahan pengaktif ( $a_2b_1$ ) dan yang tertinggi terdapat pada kayu mangium umur 6 tahun



dengan konsentrasi  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$  0,10 % ( $a_3b_2$ ). Tingginya luas permukaan arang aktif ini menunjukkan bahwa jumlah pori yang terbentuk dalam setiap meter persegi banyak. Hal ini menunjukkan bahwa adanya  $\text{CO}_2$  hasil dekomposisi  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$  yang berfungsi sebagai oksidator lemah dapat memperbesar dan memperdalam pori-pori arang aktif. Apabila dibandingkan dengan hasil penelitian Pari *et al* (1996) maka hasilnya masih jauh berbeda yaitu sebesar 914,0 - 1045,0  $\text{m}^2/\text{g}$ .

Berdasarkan hasil uji beda (Tabel 4) ternyata tidak semua perlakuan dan interaksi antara umur kayu mangium dan konsentrasi larutan  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$  berpengaruh terhadap luas permukaan arang aktif, di antaranya adalah arang aktif yang dibuat dari kayu mangium umur 5 tahun dengan konsentrasi  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$  0,75 % ( $a_2b_5$ ) tidak menyebabkan yang berarti terdapat luas permukaan arang aktif yang dibuat dari kayu mangium umur 6 tahun dengan konsentrasi  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$   $a_3b_3$ ).

#### IV. KESIMPULAN DAN SARAN

1. Semakin tinggi umur kayu mangium, kualitas arang aktif yang dihasilkan terutama dalam besarnya daya serap terhadap iodium makin baik, tetapi sebaliknya makin besar konsentrasi  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$  kualitas arang aktifnya makin turun.
2. Arang aktif dari kayu mangium umur 6 dan 7 tahun dengan konsentrasi  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$  0,10 % menghasilkan kualitas yang terbaik karena daya serap terhadap iodium dan benzenanya memenuhi Standar Jepang yaitu lebih besar dari 1.050  $\text{mg}/\text{g}$  dan 35 %.
3. Disarankan untuk membuat arang aktif dari kayu mangium umur 6 tahun ke atas dengan konsentrasi  $\text{NH}_4\text{HCO}_3$  0,10 %.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 1967. Japanese Industrial Standard. Testing method for activated carbon. JIS K 1474. Japanese Standard Association, Tokyo.
- , 1989. Mutu dan cara uji arang aktif. Standar Industri Indonesia (SII) 0258-89. Departemen Perindustrian, Jakarta.
- Hendra, DJ dan Pari, G. 1995. Pembuatan arang aktif dari kayu *Acacia mangium* dengan gasifikasi "Fluidized bed". Jurnal Penelitian Hasil Hutan 13 (6): 252-255
- Ginoga, B. 1997. Beberapa sifat kayu mangium pada beberapa tingkat umur. Buletin Penelitian Hasil Hutan 2 (15): 132-149
- Pari, G. 1996. Kualitas arang aktif dari 5 jenis kayu. Buletin Penelitian Hasil Hutan 14 (2): 60 - 68.
- Pari, G. 1996. Pembuatan arang aktif dari serbuk gergajian sengon dengan cara kimia. Buletin Penelitian Hasil Hutan 14 (8): 308 - 320.
- Pari, G., Buchari dan A. Sulaeman. Pembuatan dan kualitas arang aktif dari kayu sengon sebagai bahan adsorben. Buletin Penelitian Hasil Hutan 14 (7): 274 - 288.

- Purba, K dan R. M. Siagian. 1994. Pengaruh umur kayu *Acacia mangium* terhadap sifat pulp kertas. Proceeding Diskusi Hasil Penelitian, Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan dan Sosial Ekonomi Kehutanan, Bogor.
- Silitonga, T. 1993. Arah kebijakan pembangunan hutan tanaman pada PJPTD. Prosiding Hutan Tanaman Industri. Asosiasi Pengusaha Hutan Indonesia, Jakarta.
- Stahl, P.H. 1993. Tropical forest plantation silviculture. Prosiding Hutan Tanaman Industri. Asosiasi Pengusaha Hutan Indonesia, Jakarta.
- Sudradjat dan Soleh, S. 1994. Petunjuk teknis pembuatan arang aktif. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan, Jakarta.



## PETUNJUK BAGI PENULIS

**BAHASA** : Naskah ditulis dalam bahasa Indonesia dengan ringkasan dalam bahasa Inggris atau dalam bahasa Inggris dengan ringkasan dalam bahasa Indonesia.

**FORMAT** : Naskah diketik di atas kertas kuarto putih pada suatu permukaan dengan 2 spasi. Pada semua tepi kertas disisakan ruang kosong minimal 3,5 cm.

**JUDUL** : Judul dibuat tidak lebih dari 2 baris dan harus mencerminkan isi tulisan. Nama penulis dicantumkan di bawah judul.

**RINGKASAN** : Ringkasan dibuat tidak lebih dari 200 kata berupa intisari permasalahan secara menyeluruh, dan bersifat informatif mengenai hasil yang dicapai.

**KATA KUNCI** : Kata kunci dicantumkan di bawah ringkasan

**TABEL** : Judul Tabel dan keterangan yang diperlukan ditulis dalam bahasa Indonesia dan Inggris dengan jelas dan singkat. Tabel harus diberi nomor. Penggunaan tanda koma (,) dan titik (.) pada angka di dalam tabel masing-masing menunjukkan nilai pecahan/desimal dan kebulatan seribu.

**GAMBAR GARIS** : Grafik dan ilustrasi lain yang berupa gambar garis harus kontras dan dibuat dengan tinta hitam. Setiap gambar garis harus diberi nomor, judul dan keterangan yang jelas dalam bahasa Indonesia dan Inggris.

**FOTO** : Foto harus mempunyai ketajaman yang baik, diberi judul dan keterangan seperti pada gambar.

**DAFTAR PUSTAKA** : Daftar pustaka yang dirujuk harus disusun menurut abjad nama pengarang dengan mencantumkan tahun penerbitan, seperti teladan berikut.

## NOTES FOR AUTHORS

**LANGUAGE** : Manuscripts must be written in Indonesia with English summary or vice versa.

**FORMAT** : Manuscripts should be typed double spaced on one face of A4 white paper. A 3,5 cm margin should be left all sides.

**TITLE** : Title must not exceed two lines and should reflect the content of the manuscript. The author's name follows immediately under the title.

**SUMMARY** : Summary must not exceed 200 words, and should comprise informative essence of the entire content of the article.

**KEYWORDS** : Keywords should be written following a summary

**TABLE** : Title of tables and all necessary remarks must be written both in Indonesia and English. Tables should be numbered. The uses of comma (,) and point (.) in all figures in the table indicate a decimal fraction, and a thousand multiplication, respectively.

**LINE DRAWING** : Graphs and other line drawing illustrations must be drawn in high contrast black ink. Each drawing must be numbered, titled and supplied with necessary remarks in Indonesia and English.

**PHOTOGRAPH** : Photographs submitted should have high contrast, and must be supplied with necessary information as line drawing.

**REFERENCE** : Reference must be listed in alphabetical order of author's name with their year of publications as in the following example :

Allan, J.E. 1961. The determination of copper by atomic absorption spectrophotometry. *Spectrochim. Acta*, 17, 459 - 466.

